

**Nr. 819**

Fakultät 2 (5 Exemplare)  
Institute der Fakultät 2  
Geschäftsstelle des Präsidiums (20 Ex)

Aushang

Herausgegeben vom  
Präsidenten der  
Technische Universität  
Braunschweig

Redaktion:  
Geschäftsstelle des Präsidiums  
Pockelsstr. 14  
38106 Braunschweig  
Tel. +49 (0) 531 391-4101  
Fax +49 (0) 531 391-4300

Datum: 25.04.2012

**Vierte Änderung des Besonderen Teils der Prüfungsordnung für den Studiengang Biotechnologie mit dem Abschluss "Master of Science" an der Technischen Universität Braunschweig, Fakultät für Lebenswissenschaften**

Hiermit wird die vom Fakultätsrat der Fakultät für Lebenswissenschaften am 20.03.2012 beschlossene und vom Präsidenten am 17.04.2012 genehmigte Vierte Änderung des Besonderen Teils der Prüfungsordnung für den Studiengang Biotechnologie mit dem Abschluss "Master of Science" an der Technischen Universität Braunschweig hochschulöffentlich bekannt gemacht.

Die Änderung tritt am Tag nach ihrer hochschulöffentlichen Bekanntmachung am 26.04.2012 in Kraft.

# **Vierte Änderung des Besonderen Teils der Prüfungsordnung für den Master-Studiengang Biotechnologie mit dem Abschluss "Master of Science"**

## **Abschnitt I**

Der Besondere Teil der Prüfungsordnung für den Master-Studiengang Biotechnologie mit dem Abschluss "Master of Science", hochschulöffentliche Bekanntmachung am 03.09.2008 (TU-Verkündungsblatt Nr. 570), zuletzt geändert durch hochschulöffentliche Bekanntmachung vom 17.02.2011 (TU-Verkündungsblatt Nr. 752), wird wie folgt geändert:

1. § 8 wird wie folgt geändert:

a) § 8 wird Absatz 1.

b) Es wird folgender neuer Absatz 2 angefügt:

"(2) Abweichend von § 13 Abs. 3 des Allgemeinen Teils der Prüfungsordnung der TU Braunschweig sind Wiederholungsprüfungen nicht zwingend im Rahmen des nächsten Prüfungstermins abzulegen. Zur Wiederholungsprüfung ist eine Anmeldung erforderlich."

2. § 4 (3) wird wie folgt geändert:

Satz 2 wird gestrichen.

3. Die Anlagen 1 a, 1 b, 4 und 5 erhalten die aus dem Anhang ersichtlichen Fassungen.

## **Abschnitt II**

Diese Änderung tritt nach ihrer Genehmigung durch das Präsidium der Technischen Universität Braunschweig am Tag nach ihrer hochschulöffentlichen Bekanntmachung in Kraft.

Für Studierende, die sich zur Zeit der Veröffentlichung im 3. oder höheren Semester befinden, gelten die Anlagen 1 ff. in der bisherigen Fassung, sofern die Module noch angeboten werden.

**"Anlage 1a: Masterzeugnis (in Verbindung mit der 3. Änderung der Allgemeinen Prüfungsordnung der TU Braunschweig vom 28.01.10; TU-Verkündungsblatt Nr. 653)"**

Fakultät für Lebenswissenschaften  
der Technischen Universität Braunschweig

**ZEUGNIS**

über die Masterprüfung

Frau/Herr .....  
geboren am ..... in .....  
hat die Masterprüfung im Studiengang Biotechnologie  
mit der Gesamtnote ..... bestanden.  
Die Gesamtnote entspricht der ECTS-Note .....

Prüfungs- und Studienleistungen	Leistungspunkte	Note
---------------------------------	-----------------	------

**1. Pflichtbereich**

Reaktionskinetik und mechanische Verfahrenstechnik	9	
Molekulare Biotechnologie	11	
Chemische Aspekte der Biotechnologie	7	
Industrielle Aspekte der Biotechnologie	9	
Thermische Verfahrenstechnik	6	

**2. Wahlpflichtbereich (Soll: Block A, B oder C; 42 ECTS-Punkte)**

**Block A: Angewandte Zellbiologie**

Zellbiologie des Blutes: Hämatopoese, Tumorentstehung und Antikörper	10	
Angewandte Zellbiologie der Pflanzen	10	
Immunologie	10	
Systembiologie	10	
Alternatives Modul zur Angewandten Zellbiologie	10	
Angewandte Zellbiologie in Forschung und Praxis [Pflicht]	12	

**Block B: Angewandte Molekularbiologie**

Molekulargenetik für Fortgeschrittene	10	
Entwicklungsgenetik	10	
Molekulare Mikrobiologie für Fortgeschrittene	10	
Infektionsbiologie	10	
Strukturbiologie	10	
Bioinformatik für Fortgeschrittene	10	
Systembiologie	10	
Angewandte Molekulargenetik	10	
Alternatives Modul zur Angewandten Molekularbiologie	10	
Angewandte Molekularbiologie in Forschung und Praxis [Pflicht]	12	

**Block C: Bioprozesstechnik**

Mechanische Verfahrenstechnik für Fortgeschrittene	10	
Thermische Verfahrenstechnik für Fortgeschrittene	10	
Biotechnologische Wertstoffproduktion für Fortgeschrittene	10	
Reaktionskinetik	10	
Technische Simulation und Anlagendesign	10	
Technische Chemie	10	
Kohlenhydrattechnologie	10	
Analytik nieder- und hochmolekularer Biomoleküle	10	
Systembiologie	10	
Alternatives Modul zur Bioprozesstechnik	10	
Bioprozesstechnik in Forschung und Praxis [Pflicht]	12	

**3. Schlüsselqualifikationen (6 ECTS-Pkte; "erfolgreich", keine Noten) <sup>a</sup>**

Überfachliche Qualifikation und Professionalisierung:

- Berufsvorbereitung [Pflicht]	1	
- Biotechnologische Exkursion [Pflicht]	1	
- Erweiterte Sprachenkompetenz [0-4 ECTS-Punkte]		
- Überfachliche Veranstaltungen, u.a. aus dem Poolmodell oder Tutorentätigkeit [0-4 ECTS-Punkte]		
- Berufsqualifizierende Veranstaltung, z.B. Exkursion, Seminar [0-2 ECTS-Punkte]		

**4. Masterarbeit**

30

Thema:

Braunschweig, Datum .....

Prof. Dr.

Dekan

Prof. Dr.

Prüfungsausschussvorsitzender

Notenstufen: sehr gut (1,0 ≤ d ≤ 1,5), gut (1,6 ≤ d ≤ 2,5), befriedigend (2,6 ≤ d ≤ 3,5), ausreichend (3,6 ≤ d ≤ 4,0).

Bei d ≤ 1,2 wird als Gesamtnote das Prädikat mit Auszeichnung vergeben. Die Gesamtnote ergibt sich aus den nach Leistungspunkten gewichteten Einzelnoten.

<sup>a</sup> Bei der Berechnung der Gesamtnote unberücksichtigt.

Leistungspunkte: Zum erfolgreichen Abschluss sind 120 Leistungspunkte erforderlich; ein Leistungspunkt entspricht einem Aufwand von 30 Stunden.

**"Anlage 1b: Masterzeugnis in englischer Sprache (in Verbindung mit der 3. Änderung der Allgemeinen Prüfungsordnung der TU Braunschweig vom 28.01.10; TU-Verköndungsblatt Nr. 653)"**

The Faculty of Life Sciences  
of the Technische Universität Braunschweig

**CERTIFICATE**  
Master of Science

Mrs./Mr. ....  
born on ..... in .....  
successfully completed the Master degree in Biotechnology  
with an overall grade of .....

Transcript of Records	Credit Points	Grade
<b>1. Compulsory Disciplines</b>		
Reaction kinetics and mechanical process engineering	9	
Molecular biotechnology	11	
Chemical aspects of biotechnology	7	
Industrial aspects of biotechnology	9	
Thermic process engineering	6	
<b>2. Study Focus</b> (alternatively A, B or C; rated value 42 ECTS credits)		
<b>A: Applied Cell Biology</b>		
Cell biology of blood: hematopoiesis, tumorigenesis and antibodies	10	
Applied cell biology of plants	10	
Immunology	10	
Systems biology	10	
Alternative module for applied cell biology	10	
Applied cell biology in research and practice [compulsory]	12	
<b>B: Applied Molecular Biology</b>		
Molecular genetics (advanced course)	10	
Developmental genetics	10	
Molecular microbiology (advanced course)	10	
Biology of infections	10	
Structural biology	10	
Bioinformatics (advanced course)	10	
Systems biology	10	
Applied molecular genetics	10	
Alternative module for applied molecular biology	10	
Applied molecular biology in research and practice [compulsory]	12	
<b>C: Biochemical Engineering</b>		
Mechanical process engineering (advanced course)	10	
Thermic process engineering (advanced course)	10	
Biotechnological routes to value-added products (advanced course)	10	
Reaction kinetics	10	
Technical simulation and design of process plants	10	
Technical chemistry	10	
Carbohydrate technology	10	
Analytics of low- and high-molecular biomolecules	10	
Systems biology	10	
Alternative module for biochemical engineering	10	
Biochemical engineering in research and practice [compulsory]	12	
<b>3. Key Competences</b> (6 ECTS credits; "successful"; without grade) <sup>a</sup>		
Interdisciplinary disciplines and professionalization [6 ECTS credits]:		
- Careers guidance [compulsory]	1	
- Biotechnological excursion [compulsory]	1	
- Foreign languages, extended course [0-4 ECTS credits]		
- Interdisciplinary lessons/exercises, e.g. of the pool model, or social activities [0-4 ECTS credits]		
- Training for profession, e.g. excursion, seminar [0-2 ECTS credits]		
<b>4. Master Thesis</b>	30	
Topic:		

Braunschweig, Date .....

Prof. Dr.  
Dean

Prof. Dr.  
Chair, Board of Examiners

Grading System: excellent ( $1.0 \leq d \leq 1.5$ ), good ( $1.6 \leq d \leq 2.5$ ), satisfactory ( $2.6 \leq d \leq 3.5$ ), sufficient ( $3.6 \leq d \leq 4.0$ ). In case  $d \leq 1.2$  the degree is granted with honors. The overall grade is the average of the student's grades weighted by the number of credits given for each course. <sup>a</sup> Not considered in the calculation of the overall grade.  
Credit Points: 120 credit points are required in order to successfully obtain the degree. One credit point represents 30 hours of student workload.



## Anlage 4: "Übersicht über Module inkl. Lehrformen, Studienleistungen und Prüfungen sowie Leistungspunkten"

### 1. Pflichtteil

[V = Vorlesung, Ü = Übung, S = Seminar, Pr = Praktikum]

Modul-Code	Modul-Bezeichnung u. Lehrveranstaltungen	Lehrform	Studienleistungen	Prüfungen	Leistungs- punkte
Bt-MP 01	Reaktionskinetik und mechanische Verfahrenstechnik			Modulprüfung	9
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Reaktionskinetik biologischer Systeme</li> <li>• Grundlagen der Reaktionskinetik biologischer Systeme</li> <li>• Grundlagen der mechanischen Verfahrenstechnik</li> <li>• Labor Grundlagen der mechanischen Verfahrenstechnik</li> </ul>	V Ü V Pr	Protokoll, Kolloquium		
Bt-MP 02	Molekulare Biotechnologie			Modulprüfung	11
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Molekulare Biotechnologie für Fortgeschrittene</li> <li>• Molekulare Biotechnologie für Fortgeschrittene</li> <li>• Molekulare Biotechnologie für Fortgeschrittene</li> </ul>	V S Pr	Vortrag Protokoll		
Bt-MP 03	Chemische Aspekte der Biotechnologie			Modulprüfung	7
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biophysikalische Chemie</li> <li>• Biophysikalische Chemie</li> <li>• Chemie der Naturstoffe</li> </ul>	V Ü V			
Bt-MP 04	Industrielle Aspekte der Biotechnologie			Modulprüfung	9
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Weiße Biotechnologie</li> <li>• Biokatalyse</li> <li>• Instrumentelle Analytik</li> </ul>	V V V			
Bt-MP 05	Thermische Verfahrenstechnik			Modulprüfung	6
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der thermischen Verfahrenstechnik</li> <li>• Labor Grundlagen der thermischen Verfahrenstechnik</li> <li>• Grundlagen der thermischen Verfahrenstechnik</li> </ul>	V Pr Ü	Protokoll, Kolloquium		

### 2. Wahlpflichtteil [die Studierenden haben sich zwischen den Blöcken A – C zu entscheiden]

Block A: Angewandte Zellbiologie [bei Wahl dieses Blocks: Soll = 42 LP]

Modul-Code	Modul-Bezeichnung u. Lehrveranstaltung	Lehrform	Studienleistungen	Prüfungen	Leistungs- punkte
Bt-MZ 01	Zellbiologie des Blutes: Hämatopoese, Tumorentstehung und Antikörper			Modulprüfung	10
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biologie der Blutzellen</li> <li>• Antikörpertechnologien in verschiedenen Zellsystemen</li> <li>• Neukombination von Antikörpergenen</li> </ul>	V V Pr	Protokoll		
Bt-MZ 02	Angewandte Zellbiologie der Pflanzen			Modulprüfung	10
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Angewandte Zellbiologie der Pflanzen</li> <li>• Zellbiologisches Seminar</li> <li>• Pflanzenzellen als Bioreaktoren für Fortgeschrittene</li> </ul>	V S Pr	Protokoll		
Bt-MZ 03	Immunologie			Modulprüfung	10
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Immunologie</li> <li>• Angewandte Immunologie</li> <li>• Medizinische Anwendungen von rekombinanten Antikörpern</li> <li>• Cytofluorometrie</li> </ul>	V V S Pr	Protokoll		
BT-MZ 04	• Systembiologie			Abschluss- präsentation	10
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Systembiologie</li> <li>• Systembiologie</li> <li>• Systembiologie</li> </ul>	S Pr Ü	Vortrag Protokoll Bericht		
Bt-MZ 05	Alternatives Modul zur Angewandten Zellbiologie			Modulprüfung	10
	• Modul nach freier Wahl aus Liste der Biowissenschaften (Rücksprache/Dozenten)	V/Pr/S/Ü	nach Absprache		
Bt-MZ 06	Angewandte Zellbiologie in Forschung und Praxis [Pflicht]			Abschluss- präsentation	12
	• Forschungspraktikum (inkl. Seminar) in der Angewandten Zellbiologie	Pr/S			

**Block B: Angewandte Molekularbiologie [bei Wahl dieses Blocks: Soll = 42 LP]**

Modul-Code	Modul-Bezeichnung u. Lehrveranstaltung	Lehrform	Studienleistungen	Prüfungen	Leistungs- punkte
Bt-MM 01	Molekulargenetik für Fortgeschrittene			Modulprüfung	10
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Molekulargenetik für Fortgeschrittene</li> <li>• Molekulargenetik für Fortgeschrittene</li> </ul>	V Pr	Protokoll		
Bt-MM 02	Entwicklungsgenetik			Modulprüfung	10
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Entwicklungsbiologie und -genetik</li> <li>• Entwicklungsbiologie</li> </ul>	V Pr	Protokoll		
Bt-MM 03	Molekulare Mikrobiologie für Fortgeschrittene			Modulprüfung	10
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Molekulare Mikrobiologie für Fortgeschrittene</li> <li>• Molekulare Mikrobiologie für Fortgeschrittene</li> </ul>	V Pr	Protokoll		
Bt-MM 04	Infektionsbiologie			Modulprüfung	10
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Molekulare Infektionsbiologie</li> <li>• Molekulare Infektionsbiologie</li> </ul>	V Pr	Protokoll		
Bt-MM 05	Strukturbiologie			Modulprüfung	10
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Strukturbiologie</li> <li>• Strukturbiologie</li> <li>• Strukturbiologie</li> </ul>	V S Pr	Protokoll		
Bt-MM 06	Bioinformatik für Fortgeschrittene			Abschluss- präsentation	10
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bioinformatik für Fortgeschrittene</li> <li>• Bioinformatik für Fortgeschrittene</li> </ul>	S Pr			
Bt-MM 07	Systembiologie			Abschluss- präsentation	10
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Systembiologie</li> <li>• Systembiologie</li> <li>• Systembiologie</li> </ul>	S Pr Ü	Vortrag Protokoll Bericht		
Bt-MM 08	Angewandte Molekulargenetik			Modulprüfung	10
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Genetik und Molekularbiologie filamentöser Pilze</li> <li>• Genetik und Molekularbiologie filamentöser Pilze</li> </ul>	V Pr	Protokoll		
Bt-MM 09	Alternatives Modul zur Angewandten Molekularbiologie			Modulprüfung	10
	• Modul nach freier Wahl aus Liste der Biowissenschaften (Rücksprache/Dozenten)	V/Pr/S/Ü	nach Absprache		
Bt-MM 10	Angewandte Molekularbiologie in Forschung und Praxis [Pflicht]			Abschluss- präsentation	12
	• Forschungspraktikum (inkl. Seminar) in der Angewandten Molekularbiologie	Pr/S			



Block C: Bioprozesstechnik [bei Wahl dieses Blocks: Soll = 42 LP]

Modul-Code	Modul-Bezeichnung u. Lehrveranstaltung	Lehrform	Studienleistungen	Prüfungen	Leistungs- punkte
Bt-MB 01	<b>Mechanische Verfahrenstechnik für Fortgeschrittene</b>			Modulprüfung	10
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanische Verfahrenstechnik für Fortgeschrittene</li> <li>• Mechanische Verfahrenstechnik für Fortgeschrittene</li> <li>• Mechanische Verfahrenstechnik für Fortgeschrittene</li> </ul>	V Ü Pr	Protokoll		
Bt-MB 02	<b>Thermische Verfahrenstechnik für Fortgeschrittene</b>			Modulprüfung	10
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermische Verfahrenstechnik für Fortgeschrittene</li> <li>• Thermische Verfahrenstechnik für Fortgeschrittene</li> <li>• Thermische Verfahrenstechnik für Fortgeschrittene</li> </ul>	V Ü Pr	Protokoll		
Bt-MB 03	<b>Biotechnologische Wertstoffproduktion für Fortgeschrittene</b>			Modulprüfung	10
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metabolic engineering und Synthetische Biotechnologie</li> <li>• Nachhaltige Bioproduktion</li> <li>• Angewandte Mikrobiologie für Fortgeschrittene</li> </ul>	V V Pr	Protokoll		
Bt-MB 04	<b>Reaktionskinetik</b>			Modulprüfung	10
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktionskinetik biologischer Systeme für Fortgeschrittene</li> <li>• Reaktionskinetik biologischer Systeme für Fortgeschrittene</li> <li>• Chemische Reaktionskinetik</li> <li>• Chemische Reaktionskinetik</li> </ul>	Pr  Ü V Ü	Protokoll		
Bt-MB 05	<b>Technische Simulation und Anlagendesign</b>			Modulprüfung	10
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Computer aided process engineering - Introduction</li> <li>• Computer aided process engineering - Introduction</li> <li>• Computer aided process engineering – Design verfahrenstechnischer Anlagen</li> <li>• Computer aided process engineering – Design verfahrenstechnischer Anlagen</li> </ul>	V Ü V Ü			
Bt-MB 06	<b>Technische Chemie</b>			Modulprüfung	10
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Technische Chemie</li> <li>• Technische Chemie</li> <li>• Industrielle Chemie</li> </ul>	V Pr V	Protokoll		
Bt-MB 07	<b>Kohlenhydrattechnologie</b>			Modulprüfung	10
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lebensmittel-Technologie: Grundoperationen, Verfahren und Produkte</li> <li>• Umweltbiotechnologie</li> <li>• Literaturrecherche zu aktuellen Themen des Moduls</li> </ul>	V V Ü	Hausarbeit, Bericht		
Bt-MB 08	<b>Analytik nieder- und hochmolekularer Biomoleküle</b>			Modulprüfung	10
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Massenspektrometrie</li> <li>• Grundlagen der NMR-Spektroskopie</li> <li>• Naturstoffanalytik</li> </ul>	V V Ü			
Bt-MB 09	<b>Systembiologie</b>			Abschluss- präsentation	10
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Systembiologie</li> <li>• Systembiologie</li> <li>• Systembiologie</li> </ul>	S Pr Ü	Vortrag Protokoll Bericht		
Bt-MB 10	<b>Alternatives Modul zur Bioprozesstechnik</b>			Modulprüfung	10
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modul nach freier Wahl aus Liste der Biowissenschaften bzw. dem Maschinenbau (Rücksprache/Dozenten)</li> </ul>	V/Pr/S/Ü	nach Absprache		
Bt-MB 11	<b>Bioprozesstechnik in Forschung und Praxis [Pflicht]</b>			Abschluss- präsentation	12
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Forschungspraktikum (inkl. Seminar) in der Bioprozesstechnik</li> </ul>	Pr/S			

**3. Schlüsselkompetenzen (Soll: 6 Leistungspunkte)**

(P = Pflicht; W = Wahl)

Modul-Code	Modul-Bezeichnung u. Lehrveranstaltung	Lehrform	Studienleistungen	Leistungspunkte	P/W
Bt-MS 01	Überfachliche Qualifikation und Professionalisierung			6	P
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Berufsvorbereitung</li><li>• Biotechnologische Exkursion</li><li>• Erweiterte Sprachenkompetenz</li><li>• Überfachliche Veranstaltungen, z.B. aus dem Poolmodell, oder Tutorentätigkeit</li><li>• Berufqualifizierende Veranstaltung, z.B. Exkursion, Seminar</li></ul>	Ü/V Ü Ü/V Ü  Ü	  Lernfortschrittskontrolle Lernfortschrittskontrolle	1 1 0-4 0-4  0-2	P P W W  W

**4. Masterarbeit (Pflicht: 30 Leistungspunkte)**

Modul-Code	Modul-Bezeichnung u. Lehrveranstaltung	Lehrform	Prüfungsform	Leistungspunkte
Bt-MP 06	Masterarbeit			30
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Forschungsarbeit in einer biotechnologischen Disziplin</li></ul>		Arbeit mit praktischen und schriftlichen Anteilen	



## **Anlage 5: "M.Sc.-Biotechnologie: Qualifikationsziele der Module"**

### **1. Pflichtbereich**

#### **Bt-MP 01 Reaktionskinetik und Mechanische Verfahrenstechnik**

In den „Grundlagen der Reaktionskinetik biologischer Systeme“ erwerben die Studierenden Kompetenz in enzymatischen Reaktionsprozessen und -kinetiken, deren mathematischer Formulierung und technischer Anwendung in kontinuierlichen und diskontinuierlichen Verfahren. In den „Grundlagen der Mechanischen Verfahrenstechnik“ erlangen sie grundlegende Kenntnisse über die Bewegung und Wechselwirkungen von Partikeln sowie Partikelgrößenanalysen und lernen die Grundoperationen der Mechanischen Verfahrenstechnik (Zerkleinern, Zellaufschluss, Agglomerieren, Trennen, Mischen) kennen.

#### **Bt-MP 02 Molekulare Biotechnologie**

Die Studierenden erhalten praktische und theoretische Kenntnisse über rekombinante Proteine, insbesondere Antikörper, über ihr molekulares Design, ihre Generierung und Produktion, sowie ihre Relevanz für Anwendungen in Forschung, Diagnostik und Therapie.

#### **Bt-MP 03 Chemische Aspekte der Biotechnologie**

Die Studierenden sind mit den Grundlagen der wichtigsten physikochemischen Methoden zur Aufklärung biomolekularer Wechselwirkungen und Strukturen vertraut und sind in der Lage zu entscheiden, mit welcher modernen oder traditionellen Methode solche biochemischen Fragestellungen am effizientesten zu beantworten sind. Sie kennen Grenzen und den Dynamikbereich dieser Methoden sowie die Bedeutung, die die Struktur und Dynamik von Biomolekülen für ihre Funktion besitzen. Die Studierenden sind befähigt einzuordnen, welche Verfahren zur Untersuchung von Biomolekülen und zur Beantwortung biomolekularer Fragestellungen in den verschiedenen Umgebungen von Industrie- oder Grundlagenforschung geeignet sind. Die Studierenden erreichen theoretische Kompetenzen in der Chemie der Naturstoffe. Sie eignen sich Kenntnisse über primäre und sekundäre Naturstoffe, insbesondere Lipide, Polyketide, Terpene, Aminosäuren, nicht-ribosomale Peptide und Alkaloide an.

#### **Bt-MP 04 Industrielle Aspekte der Biotechnologie**

In der Vorlesung „Weiße Biotechnologie“ (Synonym für Industrielle Biotechnologie) erlangen die Studierenden vertiefte theoretische Kenntnisse über die Nutzung biologischer, insbesondere mikrobieller Systeme zur Gewinnung ökonomisch wertvoller Bio- bzw. Feinchemikalien. Dazu gehören z.B. das Wissen über die Biosynthese interessanter Produkte des Primär- bzw. des Sekundärstoffwechsels oder von Gärungsprodukten sowie die Modifikation der natürlichen Regulationsmechanismen für die Überproduktion von Intermediaten oder Endprodukten mittels molekularbiologischer und bioprozesstechnischer Methoden. Die Studierenden haben Theorie- u. Praxis-Kompetenz in Instrumenteller Analytik am Bioreaktor zur Bestimmung physikalischer Messgrößen sowie Gas- und Flüssigphase-Konzentrationen unter Verwendung physikalischer, chemischer oder biologischer Sensoren. Die Studierenden erreichen theoretische Kompetenzen in der Biokatalyse. Sie beschäftigen sich mit den Grundlagen der Struktur, Kinetik und Anwendung von Enzymen und Mikroorganismen, ihrer Immobilisierung und Charakterisierung und ihrer Anwendung in Reaktoren und Prozessen.

#### **Bt-MP 05 Thermische Verfahrenstechnik**

In der „Thermischen Verfahrenstechnik“ eignen sich die Studierenden grundlegende Kenntnisse über Phasengleichgewichte und Wärmeübergänge an. Des Weiteren werden sie befähigt, thermische Trennverfahren mit einem besonderen Augenmerk auf Adsorption, Extraktion und Chromatographie zu verstehen.

## **2. Wahlpflichtbereich**

### **Block A: Angewandte Zellbiologie**

#### **Bt-MZ 01 Zellbiologie des Blutes: Hämatopoese, Tumorentstehung und Antikörper**

Die Studierenden erhalten Kompetenz in der Zellbiologie und in den Grundlagen der Blutzellbildung sowie der Bedeutung von Stammzellen. Die Studenten erhalten am Beispiel des Antikörpers Wissen über die Selektion von spezifischen rekombinanten Proteinen mittels Phage-Display und die Expression von Proteinen in *E. coli* und Säugetierzellen. Sie lernen die Möglichkeiten, rekombinante Antikörper für einen spezifischen Einsatz zu modifizieren, kennen und werden mit den Grundlagen der Immunabwehr vertraut gemacht. Die Studierenden erlernen die Grundlagen für Wachstumsregulation von Zellen und genetischen Faktoren der Tumorbildung.

#### **Bt-MZ 02 Angewandte Zellbiologie der Pflanzen**

Die Studierenden eignen sich Kompetenzen in molekularen Mechanismen, der Funktion und Regulation von Proteinen und ihrer Bedeutung in zellulären Prozessen, der Zelldifferenzierung, der Interaktion von Zellkompartimenten und der Signal-Weiterleitung an. Sie werden befähigt, diese Kompetenzen zur Lösung angewandt-biotechnologischer Fragestellungen einzusetzen.

#### **Bt-MZ 03 Immunologie**

Teilnehmer dieses Moduls erlangen ein Verständnis der biochemischen und zell-biologischen Vorgänge der Immunantwort und lernen die wichtigsten Arbeitsgebiete der Immunologie kennen. Weiterhin erlernen sie die molekularen Grundlagen ausgewählter immunologischer Erkrankungen des Menschen sowie neuartige Behandlungsmöglichkeiten, insbesondere mit rekombinanten Antikörpern.

#### **Bt-MZ 04 Systembiologie**

In einem kombinierten theoretisch/experimentellen Ansatz erwerben die Studierenden Kenntnisse, die sie befähigen, systembiologische Modelle zu entwickeln, komplexe biologische Netzwerke zu modellieren und unter bestimmten biotechnologischen Fragestellungen auszuwerten.

#### **Bt-MZ 05 Alternatives Modul zur Angewandten Zellbiologie**

Um in der Angewandten Zellbiologie eine hohe Bandbreite an Wissen vermittelt zu bekommen bzw. der spezifischen Neigung für bestimmte Themen zu entsprechen, kann a) nach Rücksprache mit Dozenten der Biowissenschaften und b) nach Genehmigung durch den Mentor oder die Mentorin für den Wahlpflichtbereich „Angewandte Zellbiologie“ ein alternatives Modul von den Studierenden gewählt werden.

#### **Bt-MZ 06 Angewandte Zellbiologie in Forschung und Praxis**

In diesen Veranstaltungen für fortgeschrittene Studierende werden durch Integration in ein laufendes Forschungsprojekt der „Angewandten Zellbiologie“ aktuelle Fragestellungen theoretisch und praktisch bearbeitet. Im Seminar werden aktuelle zellbiologische Themen behandelt. Dieses Modul qualifiziert in hervorragender Weise für die Erstellung einer Masterarbeit.

### **Block B: Angewandte Molekularbiologie**

#### **Bt-MM 01 Molekulargenetik für Fortgeschrittene**

Die Studierenden werden befähigt komplexe genetische Systeme zu verstehen. Dazu zählen die genetischen Grundlagen der Interaktion von Organismen und das Studium von experimentellen Originalarbeiten.

#### **Bt-MM 02 Entwicklungs-genetik**

In der Vorlesung vertiefen die Studierenden ihre Kenntnisse der Prinzipien der Entwicklungsbiologie/Genetik der Tiere. Im Mittelpunkt des Praktikums steht die Embryogenese von *C. elegans*. Analyse von embryonalen Mutanten mit modernsten mikroskopischen Methoden (4-D Mikroskopie). Die selbständig erarbeiteten Ergebnisse werden wissenschaftlich analysiert, dargestellt und diskutiert.



### **Bt-MM 03 Molekulare Mikrobiologie für Fortgeschrittene**

Die Studierenden erwerben spezielle Kenntnisse über molekulare Mechanismen bakterieller Anpassungsstrategien und erwerben dabei ein Verständnis für komplexe regulatorische Zusammenhänge und molekulare Wechselwirkungen. Die Theorie soll durch Experimente gefestigt werden, wobei besonders die Planung und Durchführung von Versuchen geübt und sich mit grafischen und Computer gestützten Analysemethoden vertraut gemacht werden soll, die eine Dokumentation und Interpretation der Ergebnisse ermöglichen.

### **Bt-MM 04 Infektionsbiologie**

Die Studierenden erwerben grundlegende Kenntnisse über pathogene Mikroorganismen und die durch sie verursachten Erkrankungen. Sie erlernen, wie pathogene Erreger mit ihren Wirten interagieren, sie für ihre Zwecke nutzen bzw. schädigen und wie der Wirt sich gegen die verschiedenen Infektionserreger verteidigt (Immunreaktion). Sie erlernen zudem grundlegende und neu entwickelte molekulare und zellbiologische Techniken, die in der Infektionsbiologie aktuell verwendet werden.

### **Bt-MM 05 Strukturbioogie**

Die Studierenden erhalten theoretische Grundlagen und praktische Einblicke in die folgenden Verfahren der Strukturbioogie: Proteinreinigung; Probenvorbereitung, Datensammlung und –prozessierung sowie Strukturbestimmung mittels Röntgenkristallographie und NMR; Strukturverfeinerung und –validierung; Struktur-Funktions-Beziehungen, Nutzung von Proteinstrukturdatenbanken.

### **Bt- MM 06 Bioinformatik für Fortgeschrittene**

Die Studierenden erwerben im Seminar theoretische Kenntnisse in der Kombination von Werkzeugen der Bioinformatik auf Themen der Biochemie, Zell- und Strukturbioogie sowie den molekularen Netzwerken von Organismen. Ihre theoretisch erworbenen Kenntnisse festigen sie in den Übungen.

### **Bt-MM 07 Systembiologie**

In einem kombinierten theoretisch/experimentellen Ansatz erwerben die Studierenden Kenntnisse, die sie befähigen, systembiologische Modelle zu entwickeln, komplexe biologische Netzwerke zu modellieren und unter bestimmten biotechnologischen Fragestellungen auszuwerten.

### **Bt-MM 08 Angewandte Molekulargenetik**

Im Rahmen der Vorlesung sollen die bereits erlernten Grundlagen der Biologie filamentöser Pilze vertieft sowie das Wissen um die Bedeutung der Pilze in der Grundlagen- und angewandten Forschung erweitert werden. Im Praktikum soll allgemein die experimentelle Bearbeitung einer speziellen wissenschaftlichen Fragestellung erlernt werden (wie werden Experimente sinnvoll geplant, durchgeführt und ausgewertet; wie werden die erhaltenen Ergebnisse dokumentiert und kritisch interpretiert ?). Im Speziellen werden anhand pilzlicher Modellorganismen molekularbiologische und genetische Methoden erlernt, um die Funktionsweise eukaryotischer Zellen zu analysieren und zu manipulieren. Die vermittelten Methoden bilden auch die Grundlage für die Manipulation filamentöser Pilze in biotechnologischen Anwendungen.

### **Bt-MM 09 Alternatives Modul zur Angewandten Molekularbiologie**

Um in der Angewandten Molekularbiologie eine hohe Bandbreite an Wissen vermittelt zu bekommen bzw. der spezifischen Neigung für bestimmte Themen zu entsprechen, kann a) nach Rücksprache mit Dozenten der Biowissenschaften und b) nach Genehmigung durch den Mentor oder die Mentorin für den Wahlpflichtbereich „Angewandte Molekularbiologie“ ein alternatives Modul von den Studierenden gewählt werden.

### **Bt-MM 10 Angewandte Molekularbiologie in Forschung und Praxis**

In diesen Veranstaltungen für fortgeschrittene Studierende werden durch Integration in ein laufendes Forschungsprojekt der „Angewandten Molekularbiologie“ aktuelle Fragestellungen theoretisch und praktisch bearbeitet. Im Seminar werden aktuelle molekularbiologische Themen behandelt. Dieses Modul qualifiziert in hervorragender Weise für die Erstellung einer Masterarbeit.



## **Block C: Bioprozesstechnik**

### **Bt-MB 01 Mechanische Verfahrenstechnik für Fortgeschrittene**

Die Studierenden erwerben vertiefende Kenntnisse bezüglich der Partikelgrößenanalyse und den Grundoperationen Zerkleinern, Trennen und Granulieren sowie eine Einführung in das Verhalten und die Durchströmung von Schüttgütern. Darüber hinaus erwerben die Studierenden Kenntnisse in der Formulierung von flüssigen und festen Produkten.

### **Bt-MB 02 Thermische Verfahrenstechnik für Fortgeschrittene**

Die Studierenden erwerben vertiefte Kenntnisse bezüglich der Phasengleichgewichte Flüssig-Fest und Flüssig-Dampfförmig (ideal und nicht-ideal) sowie eine Einführung in die Grundoperationen Kristallisation, Rektifikation, Absorption, thermische Trocknung und Membranverfahren.

### **Bt-MB 03 Biotechnologische Wertstoffproduktion für Fortgeschrittene**

Die Studierenden erlangen vertiefte theoretische Kenntnisse über die Optimierung und Auslegung biotechnologischer Systeme und Prozesse und ihren Einsatz in der nachhaltigen Produktion von Wertstoffen. Dazu gehören u.a. Lehrinhalte über die systemweite Analyse mikrobieller Systeme mittels experimenteller Omics-Technologien und metabolischer Netzwerkmodelle sowie über die gezielte Optimierung und das Design maßgeschneiderter Zellfabriken mit Methoden des Metabolic Engineering und der Synthetischen Biotechnologie. Dies wird ergänzt durch Konzepte und Anwendungsbeispiele der nachhaltigen, industriellen Bioproduktion. Darüber hinaus erlangen die Studierenden praktische Kompetenz bei der biotechnologischen Herstellung von Wert- und Wirkstoffen.

### **Bt-MB 04 Reaktionskinetik**

Erwerb vertiefter Kenntnisse über Mikro- und Makrokinetiken. Die Studierenden werden dazu befähigt, Kenntnisse über heterogene Katalyse in praktische Anwendungen zu überführen. Die Studierenden beherrschen ferner reaktionskinetische / reaktionstechnische Begriffe sowie die Prinzipien der Thermodynamischen Grundlagen biologischer/chemischer Reaktionen, der Mikrokinetik homogener Gas- und Flüssigkeitsreaktionen und der Makrokinetik bei Gas/Feststoff- und Fluid/Fluid-Reaktionen. Die Studierenden werden anhand von Versuchen zu Enzymreaktionen und Wachstumskinetiken von Mikroorganismen (Bakterien, Pilze) befähigt, Substratverbrauchs- und Produktbildungskinetiken zu bestimmen.

### **Bt-MB 05 Technische Simulation und Anlagendesign**

Computer Aided Process Engineering (Introduction): Application of software products in an integrated environment; transfer of process functionalities into simulation, handling of physical properties, flowsheet simulation, equipment selection and sizing, process optimization, energy integration. Computer Aided Process Engineering (Design verfahrenstechnischer Anlagen): Die Studierenden kennen die wesentlichen Prozessschritte zur Entwicklung und Gestaltung eines verfahrenstechnischen Prozesses. Sie kennen die erforderlichen Informationen (stofflich, sicherheitstechnisch, reaktionstechnisch etc.) und können diese aus geeigneten Quellen beschaffen. Unter Nutzung einer Fließbildsimulation können sie einen quantitativen Verfahrensentwurf erstellen. Für die wesentlichen Apparate (Wärmeübertrager, Kolonnen) können sie geeignete Bauformen auswählen und diese anforderungsgerecht dimensionieren. Unter Beachtung logistischer und sicherheitstechnischer Aspekte können sie einen Anlagenentwurf erstellen und diesen in geeigneter Form präsentieren.

### **Bt-MB 06 Technische Chemie**

Die Studierenden verstehen die Einflüsse des Vermischungsverhaltens (ideale und reale Reaktoren) und von Wärmeeffekten auf den Umsatz und die Selektivität in Abhängigkeit von der Reaktionsordnung (Makrokinetik). Bei Mehrphasenreaktionen (Fluid/Fluid- und Fluid/Feststoff-Reaktionen, heterogene Katalyse) wird der Einfluss von Transportwiderständen und die mögliche Kopplung von Stoff- und Wärmebilanzen verstanden. Die Studierenden kennen die Geschichte und Organisationsstrukturen der Chemischen Industrie und haben Grundkenntnisse zu Verfahrensentwicklung, Patentrecht, Erdölförderung und -verarbeitung, organische und anorganische Basischemikalien, Polymerisationstechnik und Polymere, biotechnologischen Produktion.

### **Bt-MB 07 Kohlenhydrattechnologie**



Die Studierenden können anhand der Zusammensetzung von Biorohstoffen (z.B. Zuckerrübe, Getreide) geeignete Systeme von Unit Operations der technischen Chemie aufstellen, um so die gewünschten Produkte (z.B. Zucker, Stärke, HFCS und deren Derivate) zu gewinnen. Des Weiteren besitzen sie Kenntnisse zur nachhaltigen Behandlung/Gewinnung von Sekundärprodukten mit biotechnischen Systemen aus den bei allen technischen Prozessen anfallenden Abwasser-, Abgas-, und Abfallströmen.

#### **Bt-MB 08 Analytik nieder- und hochmolekularer Biomoleküle**

Die Studierenden erwerben Kenntnisse über die Analytik von Naturstoffen mit den chemischen Methoden MS, NMR, Chromatographie und Isolierung.

#### **Bt-MB 09 Systembiologie**

In einem kombinierten theoretisch/experimentellen Ansatz erwerben die Studierenden Kenntnisse, die sie befähigen, systembiologische Modelle zu entwickeln, komplexe biologische Netzwerke zu modellieren und unter bestimmten biotechnologischen Fragestellungen auszuwerten.

#### **Bt-MM 10 Alternatives Modul zur Bioprozesstechnik**

Um in der Bioprozesstechnik eine hohe Bandbreite an Wissen vermittelt zu bekommen bzw. der spezifischen Neigung für bestimmte Themen zu entsprechen, kann a) nach Rücksprache mit Dozenten der Biowissenschaften bzw. des Maschinenbaus und b) nach Genehmigung durch den Mentor oder die Mentorin für den Wahlpflichtbereich „Bioprozesstechnik“ ein alternatives Modul von den Studierenden gewählt werden.

#### **Bt-MM 11 Bioprozesstechnik in Forschung und Praxis**

In diesen Veranstaltungen für fortgeschrittene Studierende werden durch Integration in ein laufendes Forschungsprojekt der „Bioprozesstechnik“ aktuelle Fragestellungen theoretisch und praktisch bearbeitet. Im Seminar werden aktuelle bioprozesstechnische Themen behandelt. Dieses Modul qualifiziert in hervorragender Weise für die Erstellung einer Masterarbeit.

### **3. Schlüsselkompetenzen**

#### **Bt-MS 01 Überfachliche Qualifikation und Professionalisierung**

In der „Berufsvorbereitung“ lassen sich die Studierenden über Berufseinstiegsmöglichkeiten in Industrie, Forschung und über eine Promotion informieren. Durch die biotechnologische Exkursion erhalten sie Einblicke in die Unternehmenskultur.

In der „erweiterten Sprachenkompetenz“ erwerben die Studierenden Fähigkeiten in der Kommunikation über den eigenen Kulturkreis hinaus. Außerdem dient die Verbesserung der Fremdsprachenkenntnisse dem Umgang mit internationaler Fachliteratur.

In den „Überfachlichen Veranstaltungen, z.B. aus dem Poolmodell“ können die Studierenden aus einem vielfältigen Angebot wählen. Die Studierenden erwerben hier eine fachübergreifende Fortbildung und Erweiterung ihres Wissens- und Erfahrungshorizontes. Hinsichtlich der „Tutorientätigkeit“ werden die Studierenden in die Lage versetzt, Lerngruppen oder Praktikanten anzuleiten und somit ihre soziale Kompetenz in der Praxis zu üben.

### **4. Masterarbeit**

#### **Bt-MP 06 Masterarbeit**

Nachdem die Studierenden sich vertiefte Spezialkenntnisse in einem Gebiet der Biotechnologie (z.B. in einem Wahlpflichtbereich) angeeignet haben, analytisch denken und komplexe Zusammenhänge erkennen können, wenden sie dies in einer Forschungs- bzw. Masterarbeit auf einem Gebiet der Biotechnologie an. Sie wählen dabei ein Thema aus den Bereichen Angewandte Zellbiologie, Angewandte Molekularbiologie oder Bioprozesstechnik; auch Kombinationen dieser Bereiche sind möglich. Sie lernen in diesem Zusammenhang, Fremdliteratur aufzugreifen und für eigene Forschungsarbeiten zu nutzen, das eigene Forschungsprojekt vor kleinem Auditorium

zu formulieren, die Arbeitsergebnisse angemessen darzustellen, erfolgreich in einer Gruppe zu arbeiten und effizient mit verschiedenen Zielgruppen zu kommunizieren. Das abschließende Verfassen der schriftlichen Masterarbeit übt für das Erstellen einer wissenschaftlichen Publikation. Der erfolgreiche Abschluss befähigt die Absolventen, eine adäquate Berufstätigkeit als Biotechnologe bzw. als Biotechnologin auszuüben oder eine Promotionsarbeit in einem biotechnologischen Forschungsbereich durchzuführen.